

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-247672

(43)Date of publication of application : 12.09.2000

(51)Int.Cl.

C03B 37/012

(21)Application number : 11-047856

(71)Applicant : SHIN ETSU CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 25.02.1999

(72)Inventor : WATANABE MASATAKA
ARISAKA ISAO
HOSHINO SHOJI
YAMAMURA KAZUICHI
SHIMADA TADAKATSU
HIRASAWA HIDEO

(54) METHOD FOR PROCESSING OPTICAL FIBER PREFORM AND PROCESSING APPARATUS THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for processing an optical fiber preform which is capable of preventing the deterioration of quality by applying control to heating in a bending position to prevent the thinning of the thickness of a clad part, is capable of shortening the processing time by automating a bending correction operation and is capable of improving a yield by enhancing correction accuracy in a processing technique of correcting the bend of the optical fiber preform and a processing apparatus therefor.

SOLUTION: The method for correcting the bend of the optical fiber preform while blowing a flame to the surface of the preform by a gas burner while rotating the preform around its axis consists in detecting the deviation quantity in an axial direction and the bending position by an outside diameter measuring instrument, disposing the gas burner opposite to the bending position, softening the preform by heating and correcting the bend by a stress imparting mechanism to attenuate the deviation quantity while supporting the preform with two pieces of rollers driven by air cylinders, then subjecting the preform to slow cooling and solidifying by throttling the amount of the gas of the gas burner, thereby completing the bending correction.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3198291

[Date of registration] 15.06.2001

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

· [Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-247672

(P 2000-247672 A)

(43) 公開日 平成12年9月12日 (2000. 9. 12)

(51) Int. Cl.⁷

C 03 B 37/012

識別記号

F I

C 03 B 37/012

ターマコト (参考)

Z 4G021

審査請求 有 請求項の数 11 O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-47856

(22) 出願日 平成11年2月25日 (1999. 2. 25)

(71) 出願人 000002060

信越化学工業株式会社

東京都千代田区大手町二丁目6番1号

(72) 発明者 渡辺 政孝

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学

工業株式会社精密機能材料研究所内

(72) 発明者 有阪 勲

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学

工業株式会社群馬事業所内

(74) 代理人 100102532

弁理士 好宮 幹夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ母材の加工方法および加工装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、光ファイバ母材の曲りを修正する加工技術において、曲り位置における加熱に制御を加えてクラッド部の厚み痩せを防止して品質劣化を防ぎ、曲り修正操作を自動化して加工時間を短縮し、修正精度を高め、歩留りの向上を図ることのできる光ファイバ母材の加工方法および加工装置を提供する。

【解決手段】 光ファイバ母材を軸周りに回転させつつガスバーナで表面に火炎を吹き付けながら該母材の曲りを修正する方法であって、外径測定器により軸方向のブレ量と曲り位置を検出し、該曲り位置にガスバーナを対面させて該母材を加熱軟化させると共に、エアシリンダで駆動される少なくとも2本のローラで該母材を支持しつつブレ量を減衰させる応力付与機構により曲りを修正し、その後ガスバーナのガス量を絞って徐冷、固化し、曲り修正を完了することを特徴とする光ファイバ母材の加工方法および加工装置。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバ母材を軸周りに回転させつつガスバーナで表面に火炎を吹き付けながら該母材の曲りを修正する方法であって、外径測定器により軸方向のブレ量と曲り位置を検出し、該曲り位置にガスバーナを対面させて該母材を加熱軟化させると共に、エアシリンダで駆動される少なくとも 2 本のローラで該母材を支持しつつブレ量を減衰させる応力付与機構により曲りを修正し、その後ガスバーナのガス量を絞って徐冷、固化し、曲り修正を完了することを特徴とする光ファイバ母材の加工方法。

【請求項 2】 前記応力付与機構で光ファイバ母材を支持する位置を、現在修正中の曲り位置の次の曲り位置とすることを特徴とする請求項 1 に記載の光ファイバ母材の加工方法。

【請求項 3】 前記光ファイバ母材の加工方法において、該母材のクラッド部の SiO₂ の蒸発を抑制するために、ガスバーナの加熱用ガス量を光ファイバ母材の直径に応じて調整することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の光ファイバ母材の加工方法。

【請求項 4】 前記光ファイバ母材の加工方法において、該母材のクラッド部の SiO₂ の蒸発を抑制するためにガスバーナの加熱時間を光ファイバ母材の直径に応じて調整することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の光ファイバ母材の加工方法。

【請求項 5】 前記光ファイバ母材の加工方法において、該母材のクラッド部の SiO₂ の蒸発を抑制するためにガスバーナの加熱用ガス量を、曲りが修正可能な温度に到達した後、時間の経過に従って順次減少させ、クラッド表層温度を 2300℃ 以下とすることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載した光ファイバ母材の加工方法。

【請求項 6】 前記光ファイバ母材の加工方法において、該母材の曲りが修正された時点でこれを固化する徐冷時間を該母材の直径に応じて調整することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載した光ファイバ母材の加工方法。

【請求項 7】 前記応力付与機構の光ファイバ母材支持ローラに一定の圧力を印加後、エアシリンダの出入口弁を閉じてエアクッションを形成し、該母材をエアクッションで保持しながら加熱軟化させ、ブレが減衰して曲り修正が終わった時点をローラの変位量あるいはエアシリンダの圧力変動量から検出した後、徐冷に入ることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載した光ファイバ母材の加工方法。

【請求項 8】 前記応力付与機構のエアシリンダに印加する圧力は、光ファイバ母材の曲り修正箇所のブレ量と母材の直径に対応して調整されることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載した光ファイバ母材の加工方法。

【請求項 9】 前記応力付与機構の光ファイバ母材支持ローラに一定の圧力を印加後、エアシリンダの出入口弁を閉じてエアクッションを形成し、該母材をエアクッションで保持しながら加熱軟化させるに際し、ローラの変位量あるいはエアシリンダの圧力変動量に応じてガスバーナの加熱用ガス量を調整することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載した光ファイバ母材の加工方法。

【請求項 10】 光ファイバ母材の軸方向の少なくとも一端を把持し、把持された光ファイバ母材の軸方向に沿って移動可能となり、かつ光ファイバ母材の曲り位置とブレ量を測定する外径測定手段を備え、この外径測定手段の測定結果に基づいて移動可能となりかつ光ファイバ母材の表面に向けて火炎を吹き付けることのできるガスバーナと、エアシリンダで駆動される少なくとも 2 本のローラで該母材を支持しつつブレ量を減衰させることのできる応力付与機構を備えたことを特徴とする光ファイバ母材の加工装置。

【請求項 11】 前記応力付与機構のエアシリンダの背圧変動またはローラの変位量を測定してガスバーナのガス量を制御する制御手段を備えたことを特徴とする請求項 10 に記載の光ファイバ母材の加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば光ファイバ母材の曲りを修正し、高温下の加工中に SiO₂ の蒸発に起因するクラッドの厚み痩せを防止するための加工技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、光ファイバを製造するにあたり、いきなり極細のファイバを作ると屈折率分布を最適に制御するのが困難である等の理由から、まず第 1 段階として、同じ屈折率分布を有する棒状の光ファイバ母材（プリフォーム）が製造される。このような光ファイバ母材の製造方法のひとつにいわゆる外付け CVD 法（OVD 法）があり、コア母材の表面に光ファイバ原料の四塩化ケイ素等を酸素、水素ガスとともに吹付け、酸水素バーナにより火炎加水分解反応を起こさせてスートを堆積して多孔質母材を形成し、これを脱水、焼結ガラス化を行って光ファイバ母材を製造した後、次工程の線引機の設定に対応した外径、長さに修正したり、曲りを矯正するため、ガラス旋盤等で加工を行っている。

【0003】 そして、中心部がコアで外周がクラッドからなる光ファイバ母材（以下、母材ロッドということがある）の加工精度は、均一で高精度な光ファイバ品質を得るため、例えば曲りが 500 μm / 1000 mm 以下で、かつ、コア部とクラッド部の比率が極めて高精度に加工される必要がある。

【0004】 従来、この母材ロッドの曲りの修正は、人手によってガラス旋盤の一端のチャックに母材ロッドを

把持して20～40rpmで回転させながらチャックの方側から順に要曲り修正部をガスバーナで加熱し、次の要曲り修正部に修正用のこてを当てることにより行われる。この加熱により母材ロッドの要曲り修正部は徐々に軟化してくる。この時、こて先を手で固定してこての中間で母材ロッドを支持し、回転する母材ロッドの曲りによりこてを押し下げようとする脈動を感じなくなるまで加熱軟化して、曲りによる脈動を感じなくなったらガスバーナの火力を絞って徐冷し、固化させて曲り修正を終了する。この操作を母材ロッドの元の方から例えば数箇所ある要曲り修正部について、順次全長にわたって行うことによって、母材ロッドの曲り修正を完了する。しかし、上記精度を出すには相当の熟練を要し人手がかかりかつ個人差が生ずる欠点があった。

【0005】そこでこのような母材ロッドの曲り修正を自動化する方法が提案された（特開平6-144861号参照）。この方法では、母材ロッドの曲り量を重量計で検出しているが、重量検出では曲り修正の要、不要の判定が現実的に困難である。これは、母材ロッドに要求されている曲り精度が500 μ m/1000mm以下であるのに対して母材ロッドの非円率が0～400 μ mのバラツキがあり、その他支持治具等の摩耗等で検出精度が十分でないからである。また、1個のこてでは曲りの大きな母材ロッドに対して十分な修正力を印加することが難しく、しかも設備的には高価な重量センサーを必要とする等の欠点がある。

【0006】一方、光ファイバ母材の品質として、コア部とクラッド部の比率が光信号伝送特性上極めて重要であることが知られている。そして、母材ロッドの曲りを修正する場合は、母材ロッドの芯まで完全に軟化するようにガスバーナで加熱しなければならないが、強力な火力で急激に加熱すると母材ロッドの熱伝導率が小さいため、軟化が芯に至るまでに母材ロッドの表面温度が極めて高くなり、図4に示したように2000℃以上になると石英ガラス（SiO₂）がSiOガスとなって揮発し始め、2200℃辺りから急激に揮発するようになる。従ってクラッド部が痩せてしまい、コア／クラッド比が崩れて光ファイバ特性が不良となってしまふ。

【0007】近年、光ファイバの生産性の向上を図るため、従来30～40mm口径の母材ロッドであったものが60～90mm口径と大口径のものが要求されるようになってきている。このような大口径母材ロッドの曲り修正における母材ロッドの表面と芯の温度差は、特に直径が50mm以上の大口径になるほど大きくなり易い。例えば母材ロッドの直径が50mmの場合、水素ガス200L/分、酸素ガス80L/分にて、加熱した場合、約3分で表面温度が2000℃に達するが、芯はせいぜい800℃程度であり、芯の温度を曲げ加工が可能な石英ガラスの軟化点である1650℃以上になるまで加熱すれば、内部が軟化するまでに表面の温度が上り過ぎ、

SiOが蒸発してクラッド部が痩せて母材ロッドの品質低下を招き易くなる。よって、それを防止するために弱火にて加熱すると、石英ガラス内部まで軟化するのに長時間を要し、軟化が不十分であると修正精度に個人差が出るため、またはクラッド部のやせ過ぎによる品質不良のために、歩留りが低下するという欠点がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明は、光ファイバ母材の曲りを修正する加工技術において、特に曲り位置における加熱に制御を加えてクラッド部の厚み痩せを防止して品質劣化を防ぎ、曲り修正操作を機械化、自動化して加工時間を短縮し、生産性と歩留の向上を図ることのできる光ファイバ母材の加工方法および加工装置を提供することを主たる目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明の請求項1に記載した発明は、光ファイバ母材を軸周りに回転させつつガスバーナで表面に火炎を吹き付けながら該母材の曲りを修正する方法であって、外径測定器により軸方向のブレ量と曲り位置を検出し、該曲り位置にガスバーナを対面させて該母材を加熱軟化させると共に、エアシリンダで駆動される少なくとも2本のローラで該母材を支持しつつブレ量を減衰させる応力付与機構により曲りを修正し、その後ガスバーナのガス量を絞って徐冷、固化し、曲り修正を完了することを特徴とする光ファイバ母材の加工方法である。

【0010】このように、光ファイバ母材の全長にわたって外径測定器により軸方向のブレ量と曲り位置を検出した後、先ず最初の曲り位置をガスバーナで加熱軟化させ、その先でエアシリンダで駆動される少なくとも2本のローラで該母材を支持しつつブレ量を減衰させる応力付与機構により曲りを修正し、その後ガスバーナのガス量を絞って徐冷、固化し、曲り修正を完了させ、この操作を数箇所の要曲り修正部について反覆実施すれば、全長にわたって曲りが殆どない高品質の光ファイバ母材を得ることができると共に、加工期間中を通じて個人差をなくして操業の安定化が図れ、歩留りや生産性が向上し、コストダウンを図ることができる。

【0011】この場合、請求項2に記載したように、応力付与機構で光ファイバ母材を支持する位置を、現在修正中の曲り位置の次の曲り位置とすることができる。このようにすると、現在修正中の曲り位置におけるブレ量の経時変化が直接応力付与機構の2本ローラに伝達されるので、応力付与機構の修正力が時間差なく追従することができ、容易に素早く曲りを修正することができる。

【0012】さらに、請求項3に記載したように、光ファイバ母材の加工方法において、該母材のクラッド部のSiOの蒸発を抑制するために、ガスバーナの加熱用ガス量を光ファイバ母材の直径に応じて調整し、また、請求項4に記載したように、ガスバーナの加熱時間を光フ

ファイバ母材の直径に応じて調整することができる。このように加工の対象となる光ファイバ母材の直径に応じて、ガスバーナのガス量と加熱時間を適宜調整して、母材ロッドの表面温度の過熱を防ぐと共に、芯の軟化温度に到達する時間をできるだけ短縮するようにすれば、母材ロッド表面からのSiOの蒸発は抑制され、クラッド部の厚み痩せはなくなり、コア／クラッド比の精度が確保されると共に、母材ロッドの曲り修正加工も短時間で安定して高い精度を得ることができる。

【0013】そして、本発明の請求項5に記載した発明は、光ファイバ母材の加工方法において、該母材のクラッド部のSiOの蒸発を抑制するためにガスバーナの加熱用ガス量を、曲りが修正可能な温度に到達した後、時間の経過に従って順次減少させ、クラッド表面層温度を2300℃以下とするものである。このようにすると、母材ロッド表面からのSiOの蒸発は殆どなく、クラッド部の厚み痩せはなくなり、コア／クラッド比の精度が確保されると共に、母材ロッドの曲り修正加工も短時間で安定した操作が可能となり、高い精度を得ることができる。

【0014】そして、請求項6に記載したように、光ファイバ母材の加工方法において、該母材の曲りが修正された時点でこれを固化する徐冷時間を該母材の直径に応じて調整するようにすることができる。このように母材ロッドの要曲り修正部は加熱、軟化された状態で曲りが修正されるが、修正完了状態を固定するには軟化温度以下に冷却して固化する必要がある、母材ロッドの直径に応じて徐冷時間を調整すれば、曲り修正を完了した光ファイバ母材に歪みやひび割れが発生するのを防止することができる。

【0015】次に、本発明の請求項7に記載した発明は、応力付与機構の光ファイバ母材支持ローラに一定の圧力を印加後、エアシリンダの出入口弁を閉じてエアクッションを形成し、該母材をエアクッションで保持しながら加熱軟化させ、ブレが減衰して曲り修正が終わった時点をローラの変位量あるいはエアシリンダの圧力変動量から検出した後、徐冷に入るようにした。このように、応力付与機構の光ファイバ母材支持ローラに一定の圧力を印加して所定の高さで母材ロッドを支持した後、エアシリンダの出入口弁を閉じてエアクッションを形成し、該母材をエアクッションで保持しながら加熱軟化させ、ブレが減衰して曲り修正が終わった時点、すなわちローラの上下振動の振幅がなくなった時点、あるいはエアシリンダの圧力変動がなくなった時点を検出した後、ガスバーナの火力を絞って徐冷に入るようにすれば、曲り修正精度を確実に許容限度内に確保することができる。

【0016】この場合、請求項8に記載したように、応力付与機構のエアシリンダに印加する圧力は、光ファイバ母材の曲り修正箇所のブレ量と母材の直径に対応して

調整される。このように応力付与機構の2本ローラが受ける力は母材ロッドの重量とブレ量に比例した遠心力であるから、これに対抗する応力をエアシリンダで保持すれば曲りを修正することができる。

【0017】さらに、請求項9に記載したように、応力付与機構の光ファイバ母材支持ローラに一定の圧力を印加後、エアシリンダの出入口弁を閉じてエアクッションを形成し、該母材をエアクッションで保持しながら加熱軟化させるに際し、ローラの変位量あるいはエアシリンダの圧力変動量に応じてガスバーナの加熱用ガス量を調整することができる。このように母材ロッドの要曲り修正部の軟化程度をローラの変位量あるいはエアシリンダの圧力変動量として検出し、これらに対応してガスバーナの火力を調整すれば、過熱により一気に軟化したり、急冷により固化したりして曲り修正が不可能になったり、不十分な修正になることを回避することができる。

【0018】次に、本発明の請求項10に記載した発明は、光ファイバ母材の軸方向の少なくとも一端を把持し、把持された光ファイバ母材の軸方向に沿って移動可能となり、かつ光ファイバ母材の曲り位置とブレ量を測定する外径測定手段を備え、この外径測定手段の測定結果に基づいて移動可能となりかつ光ファイバ母材の表面に向けて火炎を吹き付けることのできるガスバーナと、エアシリンダで駆動される少なくとも2本のローラで該母材を支持しつつブレ量を減衰させることのできる応力付与機構を備えた光ファイバ母材の加工装置である。

【0019】このように構成された光ファイバ母材の加工装置を使用して、母材ロッドに存在する曲りを修正する加工を行えば、例えば数箇所存在する曲りを母材ロッドの一端から順次自動的に修正することができると共に母材ロッドの表面を曲り修正に要する軟化温度以上に過熱することがないのでSiOの蒸発によるクラッド部の厚み痩せがなく、コア／クラッド比を高精度に保持した高品質の光ファイバ母材を得ることができる光ファイバ母材の加工装置となる。

【0020】この場合、請求項11に記載したように、応力付与機構のエアシリンダの背圧変動またはローラの変位量を測定してガスバーナのガス量を制御する制御手段を備えたものとする。このように母材ロッドの要曲り修正部の軟化程度をローラの変位量あるいはエアシリンダの圧力変動量として検出し、これらに対応してガスバーナの火力を調整すれば、過熱により一気に軟化したり、急冷により固化したりして曲り修正が不可能になったり、不十分な修正になることを回避することができると共に高精度の加工ができる光ファイバ母材の加工装置となる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について添付した図面に基づいて説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。ここで、図1(a)は本発

明の光ファイバ母材の加工装置の一例を正面から見た概略構成図、図1(b)は応力付与機構の母材ロッド支持ローラを側面から見た略図である。

【0022】本発明に係る光ファイバ母材の加工方法は、例えば外付けCVD法(OVD法)により、出発コアの表面に四塩化ケイ素(SiCl_4)等のファイバ原料を、酸素(O_2)、水素(H_2)ガス等とともに吹き付けて、加水分解反応を起こさせ、すす状の堆積物を堆積させてクラッド部を形成した後、脱水、焼結等の工程を経て製造された光ファイバ母材の内、曲り箇所が多く、曲り度合いの大きい母材ロッドを、所定の精度を有する直線状ロッドに加工するような加工方法に適用され、母材ロッドの一端を軸周りに回転可能に把持した後、曲り位置とブレ量を検出し、曲り位置の表面に酸水素火炎を吹き付けて加熱しながら曲り修正加工を自動的に行ない、特に加熱条件を適切に制御してクラッド部の厚み痩せを防止し、加工効率の向上を図るとともに、製品ロスの低減を図るようにしている。

【0023】本加工装置1は、従来のガラス旋盤を基本とした構成にしており、例えば図1(a)に示すように、機台2上の一端にコラム3とその前面側に取付けられるチャック5と、機台2の長手方向に沿って移動自在な移動台6と、装置1の作動を制御する制御コンピュータ7を備えており、前記移動台6には、チャック5で保持される光ファイバ母材Wの表面に向けて火炎を吹き付けることの出来るガスバーナ8と、光ファイバ母材Wの外径を測定する外径測定器10が取付けられるとともに、外径測定器の近傍には応力付与機構11が設けられ、この応力付与機構11は、前記移動台6と同期して同じ方向に移動し得るようにされている。

【0024】また、チャック5で保持された母材ロッドWは、不図示の駆動モータによって軸周りに回転自在にされている。以上説明した片端支持型とは別に、機台2の長手方向に沿って対向配置され且つ相対移動機構によって相互間隔が調整自在な左右一対のコラムと、各コラムの前面側に取付けられるチャックから成る母材ロッドの両端支持型の加工装置にも本発明の加工技術を適用することが出来る。

【0025】前記ガスバーナ8は、水素ガスを酸素ガスで燃焼させ、母材ロッドWの表面に酸水素火炎を吹き付けて、要曲り修正部を加熱して軟化させ、曲り修正を行うようにしている。そして、母材ロッドWの直径や要曲り修正部の大きさに対応してガスバーナ8の火炎噴射口と母材ロッドとの間隔、火炎噴射口の幅、母材ロッドに対する噴射角度等はある範囲内で設定自在になっている。

【0026】前記外径測定器10としては、例えば一対の発光器と受光器から成り、これらの間に通された母材ロッドWの存在による透過光量の大小から外径を測定するものが挙げられる。計測用の光線は波長安定化レーザ

を使用するのが、精度、能率、操作性の面で有利とされている。移動台6の上に備えた外径測定器10で母材ロッドWのチャック5の把持部側から他端側(遊端側)まで走査すれば、母材ロッドWの全長にわたって全ての曲り位置とブレ量(曲り量)を検出することができる。そこで要修正部を確定するためには、ブレ量に許容限度を設定してこの限度を越えたブレ量と位置を制御コンピュータ7に記憶させておくようにしている。

【0027】前記応力付与機構11は、例えば図1(a)、(b)に示したように、エアシリンダ13とピストンロッドの先端に取りつけた母材ロッドWを支持する二本のグラファイト製ローラ12から成り、曲り修正操作中は修正中の曲り位置の次の曲り位置の母材ロッドWを所定のエア圧力で支持し、母材ロッドのブレをエアクッションで吸収して減衰させ曲りを修正するようにしている。圧縮空気は不図示のエアコンプレッサーから送られ、高圧エアタンク14、電磁弁(出入口弁)15を経てエアシリンダ13を駆動している。

【0028】尚、前記移動台6の軸方向の位置は、不図示のリニヤスケールによって測定可能とされ、また、この移動台6と同期して移動する応力付与機構11の位置情報も測定可能にされるとともに、このリニヤスケールによって測定された応力付与機構11の位置情報は、制御コンピュータ7に送られて記憶されるようにしている。

【0029】次に、以上のような加工装置1による本発明の加工方法について説明する。まず、光ファイバ母材Wの一端をチャック5で把持して、20~40rpmの回転速度で回転させながら、外径測定器10で曲り位置とブレ量を検出し、これらを制御コンピュータ7に記憶させておく。この曲り検出操作はガスバーナによる曲り修正操作を行う前に予め全長にわたって実施しておいてもよいし、チャック5の把持部側から曲り検出操作、曲り修正操作、次の曲り検出操作、……と順次反復して行うこともできる。

【0030】次に母材ロッドWを20~40rpmで回転させながらチャック5に把持されている母材ロッドWの元の方から順次曲りを修正するが、該母材のクラッド部のSiOの蒸発を抑制しつつ曲りを修正するために、母材ロッドの直径に応じた加熱ガス量あるいは加熱時間を調整する。例えば、図2に示したような要曲り修正部を母材ロッドWの直径に応じた火力(ガス量)および図3に示したような加熱時間(加熱スケジュール)でガスバーナ8を用いて加熱し、直径に応じた軟化開始時間を見計らって(図3の第1段加熱減少時間)次の要曲り修正部の位置にある応力付与機構11のエアシリンダ13で駆動される2本の母材ロッド支持ローラ12で母材ロッドWを支持して曲りの修正が行われる。

【0031】この時ガスバーナ8のガス量を上記母材ロッドの直径に応じた標準ガス量(図2)の80%位まで

順次低減して(図3の第1段加熱減少、第2段加熱減少)、光ファイバ母材Wの表面温度が2000℃以上に上り過ぎてクラッド部の石英ガラス(SiO_2)が SiO となって逃散するのを防ぐ事が重要である。例えば図4は、光ファイバ母材(直径67mm)の表面温度と SiO の揮発速度の関係を表した図であって、2000℃辺りから揮発が始まり2200℃辺りから加速度的に揮発することが判る。また、図5は、光ファイバ母材(直径67mm)の加熱時間と表面温度との関係を、ガス量不制御の場合と本発明のようにガス量を制御して絞った場合について表した図であり、例えばガス量制御を加熱開始から500秒経過した時点で第1段の加熱減少に入り、600秒で第2段の加熱減少を行って表面温度を1900℃に保持している。

【0032】このように、応力付与機構11の光ファイバ母材支持ローラ12に一定の圧力を印加して所定の高さで母材ロッドWを支持した後、エアシリンダ13の出入口弁15を閉じてエアクッションを形成し、該母材をエアクッションで保持しながら加熱軟化させ、ブレが減衰して曲り修正が終わった時点、すなわちローラの上下振動の振幅がなくなった時点、あるいはエアシリンダの圧力変動がなくなった時点を検出した後、ガスバーナの火力を絞って徐冷に入るようにすれば、曲り修正精度を確実に許容限度内に確保することができる。この冷却時間も歪みが残らないよう母材ロッドの直径に応じて徐冷することが必要である。

【0033】以上の曲り修正操作を光ファイバ母材の全長にわたって要曲り修正部の箇所について実施することにより、クラッド部の厚み痩せを防止しながら、曲り修正を完了することができる。

【0034】

【実施例】次に、本発明の実施例を挙げて具体的に説明するが、本発明は、これらに限定されるものではない。

(実施例)図1に示す加工装置を用いて光ファイバ母材の曲り修正加工を行った。母材ロッドは直径67mm、長さ950mmのものを用いた。応力付与機構は、直径16mm×ストローク100mmのエアシリンダのピストンロッドの先端に直径55mmのカーボンローラを2本、45度のY字型に取り付けたものである。このエアシリンダの作動を上下動および中間停止ができるように5ポートの電磁弁を用いた。

【0035】まず、光ファイバ母材の一端をチャックで把持して、25rpmの回転速度で回転させながら、レーザー外径測定器で一定間隔毎にブレ量を測定し、曲り位置を検出し、その位置を確定する。これらのデータは制御コンピュータ7に記憶させた。要曲り修正部はチャック把持部を起点0として、205mm、380mm、520mmの3箇所にあり、ブレはそれぞれ540 μm 、820 μm 、1030 μm であった。

【0036】次に母材ロッドを25rpmで回転させな

からチャックに把持されている母材ロッドの元の方から順次、該母材のクラッド部の SiO の蒸発を抑制しつつ曲りを修正するために、母材ロッドの直径67mmに応じた火力(水素ガス:142L/min、酸素ガス:63L/min)および加熱スケジュール(加熱開始後1000秒で曲り修正完了)でガスバーナを用いて加熱し、直径に応じた軟化開始時間を見計らって次の曲り位置に配置された応力付与機構のエアシリンダで駆動される2本のロッド支持ローラで母材ロッドを支持して曲りの修正を行った。

【0037】この時ガスバーナのガス量を上記標準ガス量の80%位まで2段階で順次低減して(600秒後の第1段の加熱減少に続いて700秒で第2段加熱減少に入る)、光ファイバ母材Wの表面温度が2000℃以上に上り過ぎてクラッド部の石英ガラス(SiO_2)が SiO となって逃散するのを防止した。

【0038】このように母材ロッドWの表面から軟化温度に到達して軟化が開始され、母材ロッドWの芯まで軟化温度に到達するまでの間は、所定圧力のエアシリンダで支持され、回転しながらブレ量は徐々に減衰して行き、芯が軟化温度に到達した時点でエアシリンダの出入口弁を閉じて曲がり修正が完了するまでの間、その位置で停止した。また、曲りが完全に修正される温度に到達した900秒経過した時点でガスバーナの火力を落して徐冷に入り、加熱開始から1000秒で曲り修正を完了した。

【0039】以上の曲り修正操作を前記3箇所について実施した結果、ブレはそれぞれ90 μm 、45 μm 、70 μm まで修正され、規格の許容限度内(500 μm /1000mm)に収まっていた。また、母材ロッドの外径は、各曲り位置で67.30 \pm 0.06mm、67.25 \pm 0.06mm、67.20 \pm 0.07mmであったものが曲り修正後は、それぞれ67.28 \pm 0.06mm、67.23 \pm 0.06mm、67.18 \pm 0.07mmとなり、コア/クラッド比に影響はなかった。

【0040】以上のことから、本発明のように、光ファイバ母材の曲り修正加工に際し、ガスバーナの火力を母材ロッドの直径に応じた加熱スケジュールに従って制御し、応力付与機構を具備した加工装置を使用して曲り修正加工を行えば、自動的に高精度で曲りの修正が可能である。また、母材ロッド表面からの SiO の蒸発は抑制されてクラッド部の厚み痩せはなくなり、コア/クラッド比の精度が確保されると共に、全長にわたって曲りが殆どない高品質光ファイバ母材を短時間で安定して高い精度で得ることができ、歩留りや生産性が向上し、コストダウンを図ることができる。

【0041】尚、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかな

るものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【0042】上記実施例においては、直径67mmの母材ロッドの曲りを修正する場合の加熱パターンについて説明したが、本発明は原則として母材ロッドの直径に関わらず適用できるものであり、例えば直径30～80mm、あるいはそれ以上のものについても図2～図5に示した加熱パターンを適用することができる。

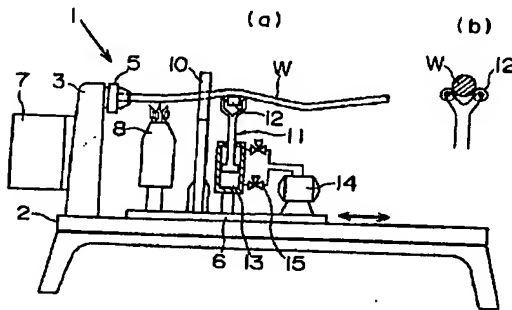
【0043】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明のように、光ファイバ母材の曲り修正加工に際し、ガスバーナの火力を母材ロッドの直径に応じた加熱スケジュールに従って制御し、応力付与機構を具備した加工装置を使用して曲り修正加工を行えば、全長にわたって曲りが殆どない光ファイバ母材を短時間で安定して高い精度で得ることができると共に、母材ロッド表面からのSiOの蒸発は抑制されてクラッド部の厚み痩せはなくなり、コア/クラッド比の精度が確保された高品質の光ファイバ母材の歩留りや生産性が向上し、コストダウンを図ることができる。

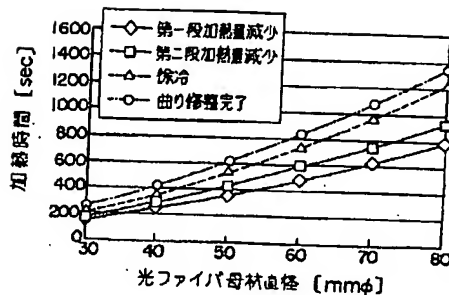
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバ母材加工装置の構成例を示

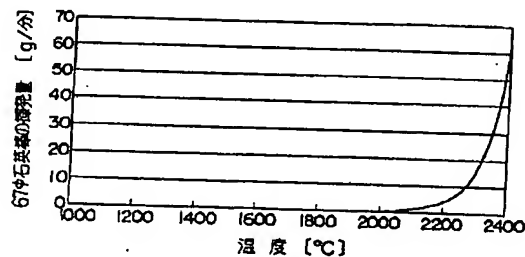
【図1】



【図3】



【図4】



す概要図である。

(a) 本加工装置の正面概要図、(b) 応力付与機構の母材ロッド支持ローラを側面から見た略図。

【図2】光ファイバ母材直径と曲り修正加工に要する酸素ガス量の関係を表した図である。

【図3】光ファイバ母材直径と曲り修正加工に要する加熱時間（加熱スケジュール）の関係を表した図である。

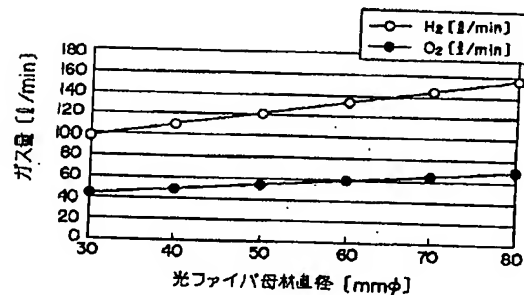
【図4】光ファイバ母材（直径67mm）の表面温度とSiOの揮発速度の関係を表した図である。

【図5】光ファイバ母材（直径67mm）の加熱時間と表面温度との関係を、ガス量不制御の場合と本発明のようにガス量を制御して絞った場合について表した図である。

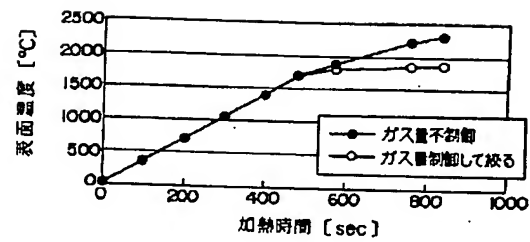
【符号の説明】

1…加工装置、2…機台、3…コラム、5…チャック、6…移動台、7…制御コンピュータ、8…ガスバーナ、10…外径測定器、11…応力付与機構、12…母材ロッド支持ローラ、13…エアシリンダ、14…高压エアタンク、15…電磁弁（出入り口弁）。W…光ファイバ母材（母材ロッド）。

【図2】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 星野 昇次
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社群馬事業所内

(72)発明者 山村 和司
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内

(72)発明者 島田 忠克
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内

(72)発明者 平沢 秀夫
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内

Fターム(参考) 4G021 BA00